

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE

SERVICE  
la PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

# BREVET D'INVENTION

P.V. n° 15.925

N° 1.452.058

Classification internationale :

B 63 b

Nouveau procédé pour effectuer le transport maritime d'hydrocarbures gazeux et nouveaux dispositifs pour mettre en œuvre ce procédé. (Invention : Jacques DELA-RUELLE.)

Société à responsabilité limitée dite : LES CONDUITES IMMÉRGÉES résidant en France (Seine).

Demandé le 5 mai 1965, à 16<sup>h</sup> 11<sup>m</sup>, à Paris.

Délivré par arrêté du 1<sup>er</sup> août 1966.

(*Bulletin officiel de la Propriété industrielle*, n° 37 du 9 septembre 1966.)

(*Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.*)

On sait que certains gisements pétroliers produisent en abondance des hydrocarbures gazeux qui ne peuvent être amenés à l'état liquide que par un abaissement très important de leur température.

Parmi ces gaz, on rencontre principalement le méthane dont le point critique se situe, comme on le sait, à une température de 191 °K et à une pression de 45,8 atmosphères absolues.

Ces hydrocarbures difficilement liquéfiables sont généralement transportés sous pression dans des canalisations mais il est dans certains cas indispensable de prévoir leur transport à l'aide de véhicules, et notamment de navires.

On a déjà réalisé des navires méthaniers qui sont munis de récipients fortement calorifugés, dans lesquels on introduit le méthane refroidi à des températures telles qu'il est, par exemple, à l'état liquide et sous une pression voisine de la pression atmosphérique.

Un tel mode de transport présente évidemment l'avantage de pouvoir placer sous un faible volume et sous faible pression, des quantités relativement importantes de méthane. Par contre, un tel procédé présente des inconvénients qui pèsent lourdement sur son prix de revient.

En effet, la construction d'un navire transportant du méthane liquéfié est tout d'abord relativement compliquée et coûteuse, en raison des problèmes techniques soulevés par le transport d'un corps à très basse température.

D'autre part, un tel navire méthanier doit obligatoirement être utilisé conjointement avec de très importantes installations réalisées à terre aux points d'embarquement et de débarquement du gaz naturel qui comprend généralement une forte teneur en méthane. C'est ainsi qu'il est nécessaire de disposer d'installations frigorifiques très puissantes, de ma-

nière à placer l'hydrocarbure gazeux dans l'état où il doit être transporté.

De même, des installations relativement compliquées sont nécessaires au point d'arrivée, pour permettre le déchargement et la régazéification du méthane.

L'amortissement de ces diverses installations, joint au fait qu'un temps relativement important d'immobilisation du navire est nécessaire pour le chargement et le déchargement du méthane, font que ce procédé de transport du méthane à l'état liquéfié ne semble pas constituer actuellement la solution idéale, principalement lorsque le transport maritime s'effectue sur des distances relativement peu importantes, comme cela est le cas par exemple entre les deux rives de la Méditerranée, ou entre les deux rives de la Mer du Nord.

La présente invention concerne un procédé de transport à l'état gazeux d'hydrocarbures difficilement liquéfiables, qui peut être réalisé à l'aide d'investissements relativement limités et sans qu'il soit nécessaire de réaliser à terre des installations importantes, de telle sorte que le matériel utilisé pour la mise en œuvre du procédé peut être déplacé en fonction des nécessités économiques.

De même, grâce au procédé selon l'invention, l'hydrocarbure peut sans difficulté particulière, être amené dans un grand nombre de ports ne possédant que des installations de réception peu onéreuses, et être ensuite distribué à partir de ces différents ports, par des canalisations qui n'ont pas besoin de s'étendre sur de grandes distances, ce qui permet de donner à l'exploitation du procédé selon l'invention une très grande souplesse, quant au lieu du chargement et du déchargement de la cargaison.

La présente invention a pour objet un nouveau procédé pour effectuer le transport maritime des hy-

66 2191 0 73 628 3

◆ Prix du fascicule : 2 francs



drocarbures difficilement liquéfiables et en particulier du méthane, ce procédé étant essentiellement caractérisé par le fait que l'on place l'hydrocarbure gazeux à une pression d'environ 80 à 100 kg/cm<sup>2</sup>, et à une température qui est par exemple d'environ — 40 à — 50 °C, dans des récipients métalliques de grande contenance, groupés dans des enceintes calorifugées; qu'après avoir placé lesdits récipients sur un navire, on les amène au port de destination où l'on réalise le déchargeement de la cargaison, en procédant de préférence au réchauffement du gaz transporté à l'aide d'un fluide à température convenable circulant dans des conduits contenus à l'intérieur des récipients contenant le gaz.

Conformément à un mode de mise en œuvre préféré de l'invention, on procède au déchargeement du gaz en mettant tout d'abord un premier récipient ou groupe de récipients en communication avec la canalisation terrestre qui amène le gaz à son point d'utilisation, jusqu'à ce que l'on obtienne une chute de pression déterminée à l'intérieur de ce récipient ou groupe de récipients, puis on commence la vidange d'un second récipient ou groupe de récipients qui se trouve être à une pression supérieure, en faisant traverser par le gaz de ce second récipient, ou groupe de récipients, un dispositif approprié tel qu'un éjecteur qui permet d'aspirer les gaz contenus dans le premier récipient ou groupe de récipients et de faciliter sa vidange.

On peut procéder également de la même manière avec les autres récipients.

La présente invention a également pour objet le produit industriel nouveau que constitue un navire utilisable pour la mise en œuvre du procédé ci-dessus, ce navire étant essentiellement caractérisé par le fait qu'il est muni de ballasts, de façon à pouvoir régler la hauteur de sa ligne de flottaison, et qu'il est susceptible de s'ouvrir, de préférence sur sa partie avant, pour mettre sa cale directement en communication avec la mer afin de pouvoir y introduire ou en extraire par simple flottaison des récipients groupés sous forme d'au moins une barge flottante, la ligne de flottaison du navire pouvant être réglée de manière telle que lors du chargement ou du déchargeement, la barge peut entrer librement dans la cale du navire tandis que lors du transport, le navire est suffisamment soulevé pour que la barge repose pour une fraction de son poids sur le fond du navire.

Dans un mode de réalisation particulier de l'invention, les récipients destinés à recevoir l'hydrocarbure sous pression sont constitués par des tubes en acier dont la longueur peut être sensiblement égale à la longueur de la cale du navire, ces tubes étant solidement maintenus les uns contre les autres par une armature sur laquelle se trouvent soudées des plaques destinées à réaliser l'étanchéité de la barge, l'isolation thermique étant réalisée par

exemple à l'aide de matière cellulaire telle que, par exemple, de la mousse de polyuréthane, ou des poudres isolantes.

Les différents récipients sont réunis entre eux à l'une de leurs extrémités par des canalisations et des dispositifs à clapet taré tels que l'on provoque la vidange automatique d'un récipient lorsque la pression régnant à l'intérieur dépasse une valeur déterminée et qu'un récipient se trouve automatiquement isolé des autres dans le cas où, à la suite d'une fissure ou d'une rupture par exemple, il se trouve placé lui-même en communication avec l'air libre, ce qui évite que tous les autres récipients ne puissent ainsi se vidanger.

Conformément à l'invention, il est préférable de réaliser le navire d'une manière telle que le chargement de la barge contenant les récipients puisse s'effectuer par l'avant.

La partie centrale du navire qui est destinée à recevoir la barge peut être avantageusement constituée par exemple par une section creuse en forme de « U », divisée en un certain nombre de compartiments qui assurent la flottabilité du navire et dont certains sont utilisés comme water-ballasts pour faire varier la ligne de flottaison du navire.

Dans un premier mode de réalisation de l'invention, la partie avant du navire s'ouvre pour recevoir la barge, grâce à deux portes pivotant de chaque côté autour d'un axe vertical, comme cela est le cas dans certains types de navires de débarquement à usage militaire.

Dans une variante, l'ouverture s'effectue par le fait que la totalité de l'avant du navire est susceptible d'être relevé en pivotant autour d'un axe horizontal situé à la partie supérieure du navire comme cela est le cas dans un certain nombre de bateaux destinés au transport des automobiles et de wagons de chemin de fer.

Dans un second mode de réalisation de l'invention, la partie avant du navire est purement et simplement fixée à l'extrémité de la barge, le navire étant reconstitué dans sa totalité lorsque la barge est chargée sur le navire.

Selon un troisième mode de réalisation préféré de l'invention, l'ouverture de la partie avant du navire est réalisée par le fait que cette dernière se trouve montée articulée sur le reste du navire autour d'un axe vertical situé sur le côté du navire, la partie avant ainsi pivotante étant munie de caissons qui permettent de lui conférer une flottabilité réglable, le déplacement de cette partie avant étant en outre de préférence assuré par une hélice transversale placée dans un canal perpendiculaire à l'étrave du navire, des organes de verrouillage appropriés permettant de fixer solidement la partie avant mobile sur le reste du navire, lors de la navigation en haute mer.

Il est remarquable que dans les types de navires

conformes à l'invention, il n'est nullement nécessaire que la partie avant du navire s'applique sur le reste du navire d'une manière étanche, car lors du transport la cale contient toujours une partie de l'eau qui a servi à permettre le chargement de la barge par sa seule flottabilité.

Conformément à l'invention, il est souhaitable que les dimensions de la barge soient inférieures, mais cependant peu différentes des dimensions libres de la cale du navire, de manière à faciliter le centrage de la barge à l'intérieur du navire.

Toutefois, il est avantageux conformément à l'invention de prévoir des dispositifs permettant d'évacuer une partie de l'eau se trouvant dans la cale lors de l'introduction de la barge, de tels dispositifs pouvant être constitués par des orifices immersés ou des pompes.

Conformément à l'invention, la barge se trouve solidarisée du navire, tout d'abord par le fait qu'elle repose en partie sur le fond de la cale lorsqu'on relève la ligne de flottaison du navire, mais la barge peut, bien entendu, être également arrimée au navire à l'aide d'élingues, de pièces de calage, de vêrins ou de tous moyens appropriés.

Dans le but de mieux faire comprendre l'invention, on va en décrire maintenant à titre d'illustration et sans aucun caractère limitatif, plusieurs modes de réalisation, représentés sur le dessin ci-annexé sur lequel :

La figure 1 est une vue schématique en perspective avec arrachement partiel, d'une barge selon l'invention;

La figure 2 est une coupe à plus faible échelle selon II-II de la figure 1;

Les figures 3, 4 et 5 représentent en coupe trois modes de réalisation du dispositif permettant le réchauffement du gaz contenu dans les récipients en vue de son déchargement;

La figure 6 est une vue partielle en perspective représentant les différents organes permettant de commander le chargement et le déchargement du gaz dans les récipients;

Les figures 7 et 8 représentent en coupe dans deux positions différentes une valve commandée qui peut être montée sur chacun des récipients;

La figure 9 représente schématiquement un mode de réalisation donné à titre d'exemple, des différents organes qui permettent le remplissage et la vidange des récipients;

La figure 10 représente un dispositif d'éjecteurs qui permet d'utiliser la pression régnant dans les récipients en début de vidange pour faciliter la vidange des récipients en fin de vidange;

Les figures 11 et 12 sont des coupes schématiques transversales représentant comment la barge peut facilement être introduite sur le navire par simple flottaison;

Les figures 13 et 14 représentent en coupe longi-

tudinale, et vu de face, un premier mode de réalisation d'un navire selon l'invention;

La figure 15 représente en coupe partielle la partie avant d'une variante de ce mode de réalisation;

La figure 16 représente, vu en élévation, un second mode de réalisation comportant une barge sur laquelle se trouve assujettie la partie avant du navire;

Les figures 17 et 18 représentent un troisième mode de réalisation de l'invention, dans lequel la partie avant du navire pivote autour d'un axe vertical situé sur le côté de celui-ci.

On voit sur les figures 1 et 2 comment une barge peut être réalisée conformément à l'invention à l'aide de cadres métalliques en forme de « U » constitués par des fers en « I » à larges ailes qui maintiennent entre eux les récipients 2 constitués par des tubes en acier de grande longueur sur lesquels on a soudé deux extrémités en forme de coupelles, l'extrémité 2a servant dans le cas de ce mode de réalisation au remplissage et à la vidange de la cargaison tandis que l'extrémité 2b comporte le dispositif qui permet de réchauffer les gaz lors de la vidange.

Les parois des extrémités 2a et 2b de la barge peuvent être réalisées avantageusement de manière amovible pour faciliter les travaux d'entretien et de surveillance.

Des plaques de tôle 3 sont soudées sur les ailes extérieures des cadres 1, de manière à assurer l'étanchéité de la barge qui est seulement munie d'orifices de grande section tels que 4 et 5 situés par exemple aux extrémités, ces orifices ayant le double but de permettre d'accéder aux compartiments extrêmes pour procéder à une surveillance des récipients et d'assurer une évacuation rapide des gaz dans le cas où un récipient viendrait à se rompre d'une manière accidentelle.

On voit également sur les figures 1 et 2 les isolants 6 qui sont situés sur la périphérie de la barge ainsi que l'isolant 7 qui est situé entre les tubes.

On a représenté schématiquement sur la figure 2 comment des entretoises 8 peuvent être placées entre les tubes 2, de manière à s'opposer à l'écartement des branches des cadres 1.

Compte tenu du fait que le gaz à transporter est à une température de l'ordre de — 50 °C les récipients 2 peuvent être en des aciers de type relativement courant qui ont une bonne résilience à cette température tout en conservant leurs autres qualités mécaniques et leur soudabilité; ils n'entraînent donc aucune difficulté particulière dans la fabrication des récipients.

La construction de la barge utilisant un tel acier sous forme de tubes de dimensions courantes et respectant les coefficients de sécurité habituels en matière de constructions navales est telle que sa densité est légèrement inférieure à celle de l'eau, de telle

sorte que lorsqu'elle est immergée, une certaine hauteur émerge du niveau de l'eau.

Les figures 3, 4 et 5 représentent schématiquement en coupe, l'extrémité 2b des tubes 2, extrémité par laquelle s'effectue, comme cela a été dit précédemment, le réchauffage du gaz en vue de son déchargement.

Comme on peut le voir sur le dessin, l'extrémité forgée 2b du tube 2 est munie d'une collierette 9 sur laquelle un embout 10 peut être solidement fixé à l'aide de boulons et d'écrous 11.

L'embout 10 est muni d'un dispositif qui permet la circulation du fluide de réchauffement. Dans le cas du mode de réalisation de la figure 3, ce dispositif est constitué par un tube à ailettes 12, maintenu dans l'axe du tube 2 par des entretoises 13 et à l'intérieur duquel se trouve placé un tube de retour 14 de plus faible diamètre.

Le fluide de réchauffage qui doit rester liquide aux températures envisagées et qui peut par exemple être constitué par du butane liquéfié sous pression, est introduit par la canalisation 15 et s'échappe par la canalisation 16, après avoir provoqué le réchauffage du gaz qui se trouve à l'intérieur du récipient 2.

Pour ramener ce fluide de réchauffage à sa température initiale, on peut avantageusement lui faire traverser un échangeur de chaleur où les calories nécessaires sont apportées par l'eau de mer.

On remarque à ce sujet que le tube à ailettes 12 se trouve uniquement en contact avec le gaz à réchauffer et que par conséquent celui-ci peut se dilater sans que son réchauffage entraîne une augmentation sensible de la température de la paroi du récipient 2, ce qui permet de décharger le gaz sans éléver notablement la température du métal contenu à l'intérieur de la barge, et évite par conséquent dans la pratique d'avoir à procéder à un nouveau refroidissement lors du chargement suivant.

Les figures 4 et 5 représentent des variantes du mode de réalisation représenté sur la figure 3, variantes dans lesquelles on a supprimé les entretoises 13 en faisant reposer directement sur la paroi du récipient 2 les tubes 12 et 14.

Pour faciliter le raccordement des tubes 12 et 14 sur la paroi inférieure des tubes 2, la collierette 9 a été placée de manière inclinée dans le cas du mode de réalisation de la figure 4, tandis que l'axe de cette collierette se trouve déporté au voisinage de la génératrice inférieure du tube dans le mode de réalisation représenté sur la figure 5.

Il n'est pas toujours nécessaire que les tubes de réchauffage 12 et 14 s'étendent sur la totalité de la longueur du récipient.

On a représenté sur la figure 6 une vue en perspective de l'extrémité 2a des récipients 2.

Chaque récipient est muni d'un clapet-vanne té-

lécommandé 17, dont un mode de réalisation sera décrit ultérieurement de manière plus détaillée.

Chaque clapet-vanne 17 est relié à une colonne montante 18 par une canalisation 19, les différentes colonnes montantes 18 étant elles-mêmes reliées à la partie supérieure de la barge pour être branchées soit sur la canalisation d'aménée du gaz que l'on charge, soit sur la canalisation d'évacuation du gaz que l'on décharge.

Les clapets-vannes 17 sont également réunis à une colonne montante de commande 20 par l'intermédiaire de canalisations 21. Les différentes colonnes montantes 20 sont réunies entre elles à la partie supérieure et communiquent avec un réservoir de fluide sous pression, constitué par exemple par du butane liquide, de manière à pouvoir provoquer la fermeture et l'ouverture simultanée de tous les clapets-vannes 17.

Enfin, chaque récipient 2 est muni d'une canalisation de vidange 22 réunie à des colonnes 23 par l'intermédiaire de vannes 24, de manière à pouvoir vidanger les récipients lorsque par exemple on les a, à titre d'essai remplis avec de l'eau sous pression, comme cela est nécessaire pour procéder aux vérifications réglementaires.

De façon analogue, l'extrémité 2b est raccordée par l'intermédiaire d'une vanne à un réseau de purge non représenté sur le dessin.

Dans cette dernière hypothèse, une vidange totale peut facilement être obtenue si l'on s'arrange pour soulever par un moyen quelconque l'extrémité 2b de la barge.

On a représenté schématiquement sur la figure 9 comment sont raccordées entre elles les différentes colonnes représentées sur la figure 6.

On retrouve sur la figure 9 la colonne montante 18 qui réunit les clapets-vannes 17 des différents récipients 2.

La colonne montante 18 est réunie :

- 1° A un collecteur basse pression 25;
- 2° A un collecteur haute pression 26;
- 3° A un collecteur de sécurité 27.

Un clapet de sécurité 27a réunit automatiquement la colonne montante 18 au collecteur de sécurité 27 lorsque la pression dépasse une valeur déterminée, de manière à éviter tout risque d'explosion.

La colonne montante 18 est réunie au collecteur haute pression par une vanne 26a et par un éjecteur 26b. Cette colonne montante 18 est également réunie au collecteur basse pression 25 par une vanne 25a, tandis qu'une vanne 25b réunit le collecteur basse pression à l'éjecteur 26b et au collecteur haute pression 26.

Lors du début de la vidange des récipients réunis par la colonne montante 18, on provoque l'ouverture de tous les clapets-vannes 17 des récipients reliés à cette colonne et l'on ouvre la vanne 26a, de

manière à débiter dans le collecteur haute pression 26.

En même temps, si d'autres colonnes montantes ont déjà été précédemment mises en vidange et sont encore branchées sur le collecteur basse pression 25, on ouvre la vanne 25b, de manière que par l'intermédiaire de l'éjecteur 26b la vidange du gaz par la colonne montante 18 provoque une détente dans le collecteur basse pression 25.

En fin de vidange des récipients réunis à la colonne montante 18, on ferme la vanne 26a et on ouvre la vanne 25a, de manière à terminer la vidange de ces récipients, le gaz partant soit dans le collecteur basse pression 25, soit dans le collecteur haute pression 26 si ces gaz peuvent être encore aspirés par la dépression de l'éjecteur 26b.

On a également représenté sur la figure 9 les colonnes 20 et 23 qui, par l'intermédiaire des vannes 20a et 23a sont réunies aux collecteurs de commande 28 et de purge 29.

On a représenté schématiquement sur la figure 10 comment peuvent être réalisés les éjecteurs 26b des différentes colonnes montantes. A cet effet, on a représenté sur la figure 10 les différentes colonnes montantes 18a, 18b... 18m, 18n, leurs vannes 26a et leurs éjecteurs 26b qui sont constitués par des venturis à la gorge desquels débouche la colonne montante située en aval.

On comprend dans ces conditions que si l'on effectue la vidange des réservoirs groupés sur les différentes colonnes montantes, en commençant par les colonnes montantes de la droite (18n), les gaz sous pression élevée contenus dans les récipients vidangés en second lieu créent une dépression dans les colonnes montantes des récipients déjà en partie vidangés.

On a représenté sur les figures 7 et 8 un mode de réalisation d'un clapet-vanne commandé 17 qui peut être utilisé pour réunir les récipients aux colonnes montantes et qui constitue une des caractéristiques de la présente invention, étant entendu que le clapet-vanne en question peut également être utilisé dans d'autres applications.

Le clapet-vanne 17 est constitué par un corps 30 muni d'un alésage cylindrique 31 comportant un presse-étoupe 32 et ouvert à ses deux extrémités.

Une extrémité du corps 30 est fermée par un bouchon 33 muni d'un siège conique 34 qui débouche dans un alésage 35 réuni à une canalisation 36 qui aboutit au réservoir 2. L'autre extrémité du corps 30 est munie d'un autre alésage 37 de plus grand diamètre comportant également un presse-étoupe 38 et dans lequel se déplace un piston creux 39 constamment repoussé vers la gauche par un ressort comprimé 40 dont la force de répulsion peut être réglée en vissant plus ou moins le chapeau 41 sur le corps 30.

Une tige 42 coulissant dans l'alésage 31 est réunie

d'une manière articulée d'une part au piston creux 39 et d'autre part à un pointeau 43 dont la forme correspond à celle du siège 34. Des billes 44 assurent une bonne transmission des efforts axiaux appliqués sur le piston 39, la tige 42 et le pointeau 43.

La canalisation 21 du fluide de commande débouche dans une chambre 45 située en face du piston 39, tandis que la colonne montante des gaz 18 débouche par l'intermédiaire de la canalisation 19 dans la chambre 46 où se déplace le pointeau.

Le fonctionnement du dispositif est le suivant :

Lorsque le récipient 2 étant plein de gaz comprimé, on n'envoie pas de fluide de commande par la canalisation 21, le ressort 40 applique le pointeau 43 sur son siège 34 et provoque la fermeture du clapet-vanne 17.

Lorsqu'une surpression anormale se développe dans le récipient 2, l'effort exercé sur l'extrémité du pointeau 43 est suffisant pour comprimer le ressort 40 (qui a été préalablement taré par réglage de la position du chapeau 41), ce qui provoque l'ouverture du clapet-vanne et l'évacuation de la surpression dans la canalisation 19.

Lorsqu'on veut commander l'ouverture du clapet-vanne 17 pour remplir ou vidanger le récipient 2, il suffit d'envoyer un fluide de commande sous pression dans la canalisation 21, de manière à exercer une force suffisante pour combattre l'action du ressort 40 et soulever le pointeau 43 de son siège.

Lorsque la pression du fluide de commande cesse dans la canalisation 21, le ressort 40 referme le pointeau.

On constate que le clapet-vanne 17 qui vient d'être décrit assure bien les fonctions suivantes :

1° Il permet d'évacuer le gaz contenu dans le récipient 2 dans le cas où se développerait dans ce dernier une pression anormale;

2° Il permet de relier à volonté le récipient 2 avec la colonne montante 18 ou de l'isoler lorsqu'on le désire. Cet isolement étant automatique en l'absence d'une pression de commande;

3° Il évite par fermeture du pointeau 43 que, si l'un des récipients venait à se rompre accidentellement, tous les autres se vidangent par son intermédiaire.

Pour permettre le contrôle du bon fonctionnement du clapet-vanne, le piston 39 est muni d'une aiguille 47 qui se déplace dans un logement 48 du couvercle 41, de manière que l'affleurement de l'aiguille 47 sur la surface externe du couvercle 41 permette de s'assurer de l'ouverture de la vanne.

Un cache basculant 49 permet de recouvrir pendant la période de non utilisation l'orifice 48, de manière à éviter que la formation de givre ne vienne perturber le déplacement de l'aiguille 47.

On a représenté sur la figure 7 la position occupée par les pièces lors de la fermeture du clapet-vanne,

tandis que la position des pièces représentée sur la figure 8 est celle qui correspond à son ouverture.

On a schématiquement représenté en coupe transversale sur les figures 11 et 12 les positions respectives de la barge et du navire lors de la navigation et lors du chargement ou du déchargement de la barge.

On a schématiquement représenté sur la figure 11 le navire 50 qui présente une section en forme de U creux, les caissons intérieurs servant à assurer la flottabilité du navire, mais certains d'entre eux étant constitués en water-ballasts.

On voit également la barge 51 qui repose sur le fond de la cale du navire, la ligne de flottaison de la barge prise isolément étant représentée par le trait interrompu 52 de la figure 11. Dans la position occupée par cette figure, on constate que cette ligne de flottaison 52 se trouve au-dessus du niveau de l'eau dans la cale et que, par conséquent, la barge 51 repose effectivement sur le fond de la cale du navire.

Pour procéder au déchargement de la barge, il suffit d'introduire de l'eau dans les water-ballasts pour faire baisser la ligne de flottaison du navire, comme cela est représenté sur la figure 12. A ce moment, la barge ne repose plus sur le fond du navire mais flotte dans l'eau qui est présente en quantité suffisante dans la cale du navire. Dans cette position, il suffit d'ouvrir la partie avant du navire comme cela sera expliqué ultérieurement pour pouvoir extraire la barge qui peut ensuite être amarrée à quai, et raccordé à la canalisation d'utilisation du gaz, une autre barge vide étant mise à la place de la précédente.

On notera que le poids de la barge (dont la densité peut varier d'environ 0,9 à 0,7 selon qu'elle est pleine ou vide de gaz) peut de toutes manières, être compensé en réglant la ligne de flottaison du navire, de façon que la barge repose toujours sur le fond de la cale lors de la navigation, malgré l'eau qui reste à demeure dans la cale.

Les figures 13 et 14 représentent schématiquement un premier mode de réalisation d'un navire selon l'invention.

On voit sur la figure 13 un navire représenté en coupe longitudinale, à l'intérieur duquel sont arrimées deux barges 51 placées l'une dans le prolongement de l'autre. L'extrémité avant du navire peut s'ouvrir grâce à l'existence de deux portes 53 pivotant autour de deux axes verticaux 54 placés de part et d'autre du navire.

Dans la variante représentée sur la figure 15, la partie avant 55 du navire bascule autour d'un axe horizontal 56 lorsqu'elle est tirée par l'intermédiaire d'un palan articulé sur le mât de charge 56a.

La figure 16 représente schématiquement un autre mode de réalisation du navire selon l'invention dans

lequel la partie avant 57 du navire est solidaire de la barge 51, l'ensemble du navire se trouvant reconstruit lorsque la barge se trouve fixée sur le navire.

Les figures 17 et 18 représentent un autre mode de réalisation préféré du navire selon l'invention.

Dans ce mode de réalisation, la partie avant 58 du navire est articulée sur le reste du bateau selon un axe vertical latéral 59, de manière à pouvoir dégager la partie avant du navire par pivotement de la partie 58.

La partie avant 58 comporte de plus un tunnel 60 placé perpendiculairement à l'étrave au-dessous de la ligne de flottaison et muni d'une hélice 61 susceptible d'être entraînée dans un sens ou dans l'autre par un moteur électrique non représenté.

La partie avant 58 est également munie d'un ensemble de water-ballasts qui peuvent être remplis de manière à assurer à la partie avant 58 une ligne de flottaison qui corresponde à celle du reste du navire, de façon à éviter lors de l'ouverture ou de la fermeture que des efforts trop importants ne s'exercent sur l'axe 59.

On a également représenté sur le dessin, à titre d'exemple, comment des clavettes 62 commandées par des vérins 63 peuvent être engagées dans des rainures 64 pour assurer la fixation de la partie avant 58 durant la navigation.

Le verrouillage peut être assuré à l'aide de cavaliers 65, actionnés par des vérins 66 qui viennent s'engager sur des crochets de forme appropriée 67.

Pour procéder à l'ouverture de la partie avant du navire, on règle tout d'abord les water-ballasts de manière que la partie avant 58 ait une ligne de flottaison naturelle qui corresponde à celle du reste du navire. Puis on déverrouille le dispositif de blocage à l'aide des vérins 63 et 66 et l'on met en fonctionnement le moteur électrique qui commande l'hélice 61, ce qui a pour effet de créer une circulation d'eau dans le canal 60 et d'exercer une force qui provoque le pivotement vers la gauche de la partie avant. La fermeture de la partie avant du navire s'opère en effectuant les mêmes opérations, mais en sens inverse.

On remarque que l'hélice 61 qui se trouve dans le canal 60 permet, en outre de l'ouverture et de la fermeture de la partie avant, de faciliter grandement les manœuvres d'accostage ou de départ du navire après verrouillage.

Par ailleurs, un tel dispositif n'entraîne aucune modification en ce qui concerne la mise en place des organes tels que les ancrages, qui doivent normalement se trouver à l'extrémité avant du navire.

On va maintenant décrire à titre d'illustration la mise en œuvre du procédé selon l'invention en utilisant une barge et un navire du type qui ont été décrits ci-dessus.

Le gaz est conduit au port d'embarquement dans

une canalisation où il se trouve généralement à une pression de 20 à 30 kg/cm<sup>2</sup>.

A l'aide d'une station de compression et de réfrigération, le gaz est alors amené à une pression de l'ordre de 80 à 100 kg/cm<sup>2</sup> et à une température de — 50 °C environ, étant entendu que la pression et la température utilisées sont susceptibles de varier en fonction de la composition du gaz et de certains facteurs économiques.

Cette mise en condition du gaz en vue de son embarquement peut d'ailleurs être facilement réalisée sur des installations placées sur un ponton flottant qui peut éventuellement être déplacé sans difficulté d'un port à l'autre.

Le gaz traité comme il vient d'être indiqué est ensuite introduit dans les récipients contenus dans une barge qui est amarrée contre la station de compression et de réfrigération.

Si la barge a été utilisée précédemment (comme cela sera presque toujours le cas), le gaz peut y être introduit directement, sinon il est évidemment nécessaire de procéder à un refroidissement des récipients contenus à l'intérieur de la barge, refroidissement qui s'obtient sans difficulté à l'aide de l'installation frigorifique en faisant circuler le gaz en circuit fermé à l'aide des canalisations de purge et de remplissage.

Lorsque le chargement de la barge est terminé, celle-ci est introduite dans un bateau transporteur de la manière qui a été décrite ci-dessus et après avoir éventuellement extrait du bateau une barge vide de gaz qui est amenée à la station de remplissage en vue d'un nouveau chargement.

Le bateau prend alors la mer et se dirige vers le port de destination où la barge est extraite du navire et amarrée à une station de déchargement qui est le point de départ des canalisations servant au transport du gaz à terre.

On procède à la vidange du gaz contenu dans la barge de la manière qui a été décrite ci-dessus en procédant à son réchauffement à l'aide d'une circulation de butane liquéfié sous pression, par exemple.

Pendant ce temps, le navire peut reprendre la mer en emportant une autre barge qui a été préalablement vidée de son contenu. Il peut pendant ce voyage de retour utiliser le gaz à faible pression restant dans les récipients.

On remarque que le procédé selon l'invention présente une extrêmement grande souplesse d'utilisation en raison d'une part du fait que les stations terminales peuvent être montées sur pontons et transportées à volonté d'un port à l'autre, et d'autre part, que le navire qui assure le transport proprement dit n'est immobilisé dans les ports que pendant un temps très réduit qui correspond uniquement au temps qui est nécessaire pour procéder à l'extraction et à l'introduction d'une barge.

De plus, le procédé selon l'invention permet de pouvoir très facilement amener le gaz transporté dans de nombreux ports d'une même côte en fonction des circonstances économiques. On évite ainsi la création d'un important réseau de canalisations devant partir d'un port déterminé.

Il est bien entendu que les modes de réalisation qui ont été précédemment décrits ne présentent aucun caractère limitatif et qu'ils pourront recevoir toutes modifications désirables sans sortir pour cela du cadre de l'invention.

C'est ainsi en particulier que les récipients destinés à recevoir l'hydrocarbure gazeux peuvent être réalisés de manières différentes.

Par ailleurs, on peut utiliser également des barges de plus petites dimensions, de manière à en charger plusieurs sur les navires qui, de ce fait, n'ont pas besoin de présenter des dimensions identiques.

#### RÉSUMÉ

La présente invention a pour objet :

A. Un nouveau procédé pour effectuer le transport des hydrocarbures difficilement liquéfiables et en particulier du méthane, ce procédé étant essentiellement caractérisé par le fait que l'on place l'hydrocarbure gazeux à l'état comprimé et refroidi dans des récipients métalliques de grande contenance groupés dans une ou plusieurs enceintes calorifugées; qu'après avoir placé lesdits récipients sur un navire on les amène au port de destination où l'on réalise le déchargement de la cargaison en procédant au réchauffage du gaz transporté, ce procédé pouvant présenter en outre les caractéristiques suivantes, prises isolément ou en combinaison :

1° On transporte le gaz à une pression d'environ 80 à 100 kg/cm<sup>2</sup>;

2° On transporte le gaz à une température d'environ — 50 °C;

3° On utilise pour transporter le gaz des récipients enfermés dans des enceintes étanches susceptibles de flotter sur l'eau et l'on effectue le chargement de ces enceintes en les introduisant par une ouverture appropriée dans la cale du navire qui est remplie d'eau, de manière que lesdites enceintes puissent flotter lors de cette introduction, après quoi on remonte la ligne de flottaison du navire;

4° Lorsqu'on a réalisé la première partie de la vidange d'un récipient, on commence à vidanger un second récipient en faisant passer le gaz qui sort de ce second récipient dans un dispositif tel qu'une trompe, qui permet de créer une dépression à l'intérieur du premier récipient et de faciliter ainsi sa vidange.

B. Le produit industriel nouveau que constitue une barge permettant d'effectuer la mise en œuvre du procédé décrit sous A, cette barge étant essen-

tiellement caractérisée par le fait qu'elle est constituée par un ensemble de récipients tubulaires en acier solidement maintenus les uns contre les autres, entourés d'une isolation thermique et enveloppés d'un revêtement étanche à l'eau de manière à assurer la flottabilité de la barge qui peut présenter en outre les caractéristiques suivantes prises isolément ou en combinaison :

1° La barge comporte à chacune de ses extrémités une chambre munie d'au moins une ouverture de section relativement grande qui débouche vers le haut et qui permet d'avoir accès aux extrémités des récipients tubulaires;

2° Ces récipients tubulaires comportent chacun à une de leurs extrémités un dispositif permettant la circulation d'un fluide qui assure le réchauffement des gaz contenus dans les récipients;

3° Chaque récipient tubulaire comporte à une de ses extrémités l'ensemble des canalisations et des vannes qui sont nécessaires au remplissage et au vidage des récipients;

4° Chaque récipient est muni d'un clapet-vanne commandé par un fluide comprimé qui permet d'une part de mettre à volonté ledit récipient en communication avec la canalisation qui y aboutit et d'autre part de permettre une évacuation spontanée du gaz contenu dans le récipient quand la pression que développe ce gaz dépasse une valeur déterminée tout en évitant que dans l'hypothèse où un récipient serait mis accidentellement en communication avec l'extérieur, les gaz contenus dans les autres récipients ne puissent se vidanger par l'intermédiaire dudit récipient accidenté;

5° Chaque récipient est muni à une extrémité d'une tubulure qui permet de le vidanger, et à l'autre extrémité d'une tubulure supérieure qui permet de le purger;

6° La barge présente une densité comprise entre 0,7 et 0,9 en fonction de la quantité de gaz qu'elle contient.

C. Le produit industriel nouveau que constitue un navire utilisable en particulier pour mettre en œuvre le procédé décrit sous A et recevoir les barges définies sous B, ce navire étant essentiellement caractérisé par le fait qu'il est muni d'au moins une cale susceptible de pouvoir être mise en communication avec la mer par une ouverture située de préférence à l'avant du navire, et que ce navire comporte en outre des water-ballasts permettant de faire varier dans une assez large mesure la position de sa ligne de flottaison, ledit navire pouvant présenter en outre les caractéristiques suivantes, prises isolément, ou en combinaison :

1° La partie avant du navire s'ouvre grâce à la présence de deux portes articulées sur des axes verticaux situés de chaque côté du navire;

2° La partie avant du navire s'ouvre en basculant autour d'un axe horizontal situé au voisinage du pont;

3° La partie avant du navire est fixée sur une barge telle que définie sous B et vient se raccorder avec le reste du navire lors du chargement de la barge;

4° La partie avant du navire pivote autour d'un axe vertical situé sur un des côtés du navire;

5° La partie avant du navire visée sous 4° est munie de water-ballasts tels que l'on puisse régler sa flottabilité en fonction de la flottabilité du reste du navire, de manière à supprimer pratiquement tout effort sur l'axe d'articulation;

6° La partie avant du navire visée sous 4° est munie d'un tunnel immergé, perpendiculaire à l'étrave, à l'intérieur duquel une hélice peut être entraînée dans un sens ou dans l'autre pour provoquer l'ouverture ou la fermeture de la partie avant ainsi que pour faciliter les manœuvres du navire;

7° La partie avant du navire selon 4° comporte des dispositifs de verrouillage actionnés par exemple par des vérins qui permettent de solidariser efficacement la partie avant du navire du reste du bâtiment lors de la navigation en haute mer.

D. Le produit industriel nouveau que constitue un clapet-vanne commandé hydrauliquement et susceptible d'être utilisé sur des récipients tels que ceux visés sous A, ce clapet étant essentiellement caractérisé par le fait qu'il comporte un pointeau critique susceptible de venir s'appliquer contre un siège débouchant sur une canalisation, ledit pointeau étant rendu solidaire d'un piston repoussé par un ressort de force réglable et dont une face peut être soumise à l'action d'un fluide comprimé pour repousser ledit piston malgré l'action du ressort, ce clapet pouvant présenter en outre les caractéristiques suivantes, prises isolément ou en combinaison :

1° L'ensemble constitué par le pointeau et le piston est composé de trois parties, à savoir :

a. Une partie formant le pointeau;

b. Une partie formant le piston;

c. Une partie servant à assurer l'étanchéité entre le fluide de commande et le fluide principal, chacune de ces parties étant reliée à ses voisines par une articulation à rotule, une bille placée entre deux parties consécutives assurant la transmission des efforts axiaux.

2° Une aiguille solidaire du piston et se déplaçant dans un orifice du couvercle du clapet permet de vérifier la position du pointeau.

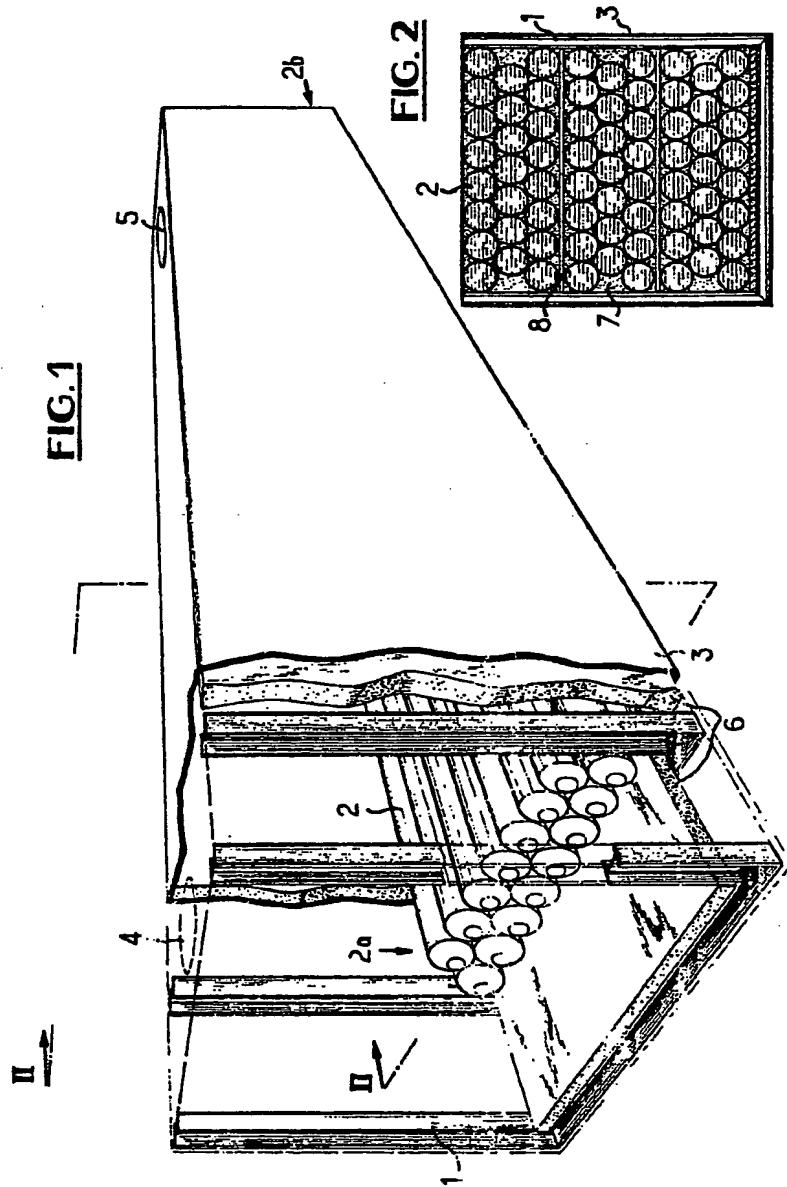
Société à responsabilité limitée dite :  
LES CONDUITES IMMÉRGEES

Par préparation :  
M. NONY

N° 1.452.058

Société à Responsabilité Limitée  
dite : Les Conduites Immergées

6 planches. - Pl. I



BEST AVAILABLE COPY

N° 1.452.058

Société à Responsabilité Limitée  
dite : Les Conduites Immérgées

6 planches. - Pl II

FIG. 3

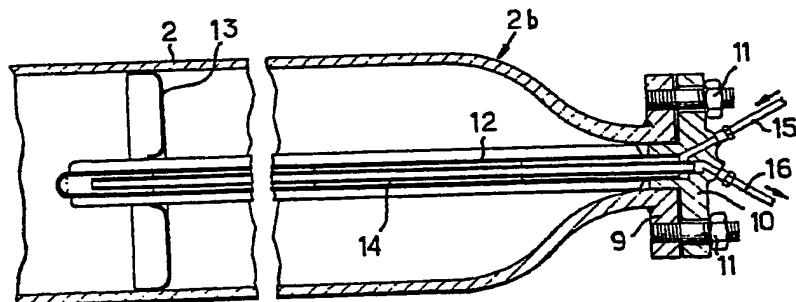


FIG. 4

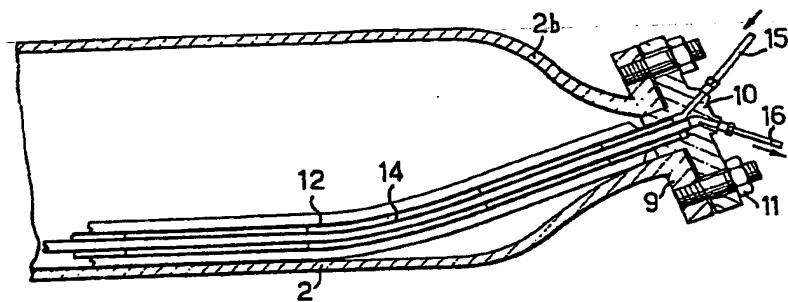
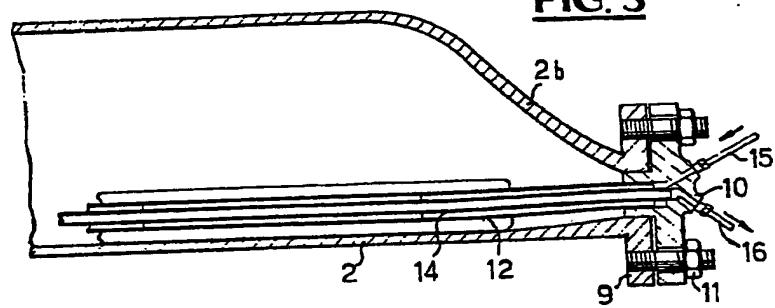


FIG. 5



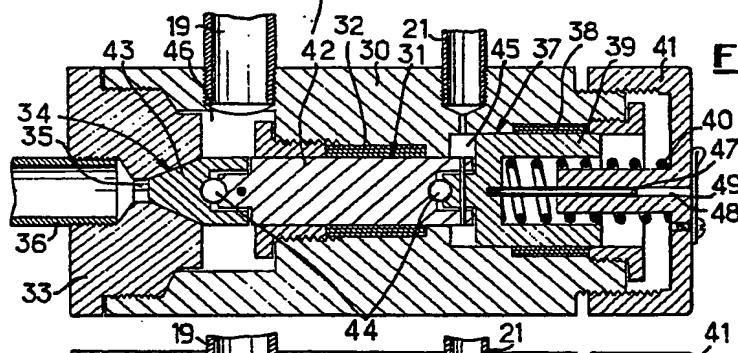
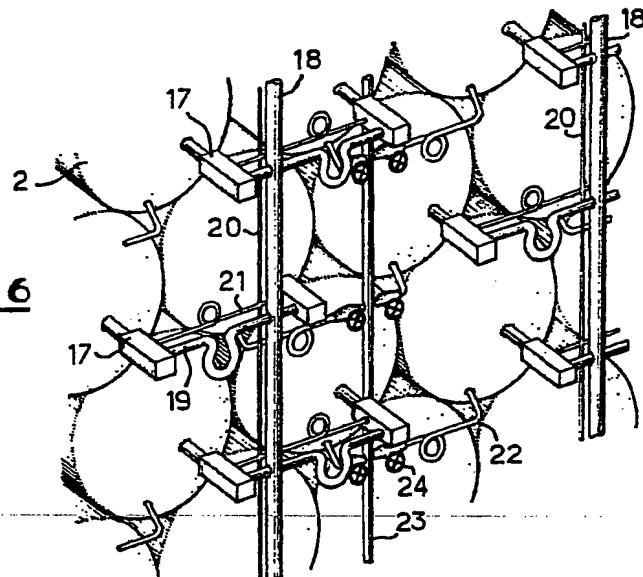
BEST AVAILABLE COPY

N° 1.452.058

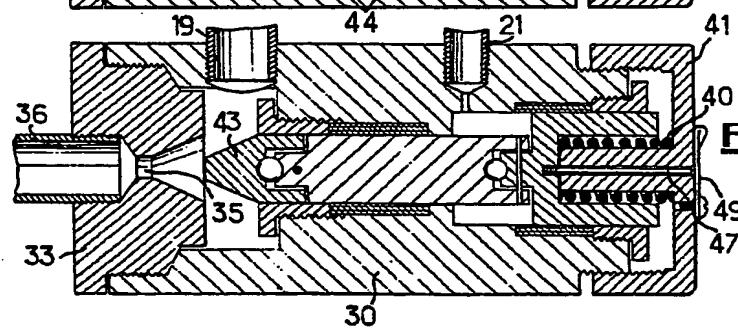
Société à Responsabilité Limitée  
dite : Les Conduites Immégrées

6 planches. - PI. III

**FIG. 6**



**FIG. 8**



BEST AVAILABLE COPY

N° 1.452.058

Société à Responsabilité Limitée 6 planches. - Pl. IV  
dite : Les Conduites Immédiées

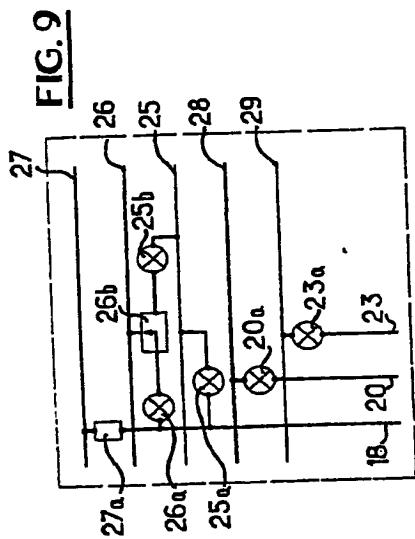


FIG. 11

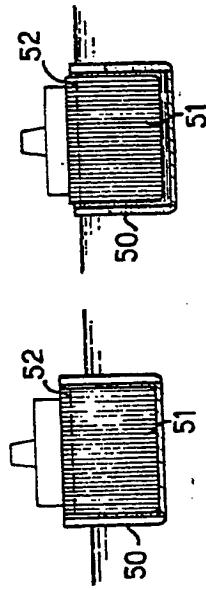


FIG. 12

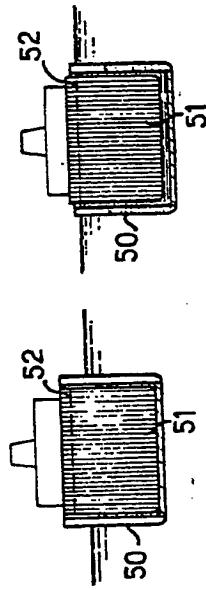
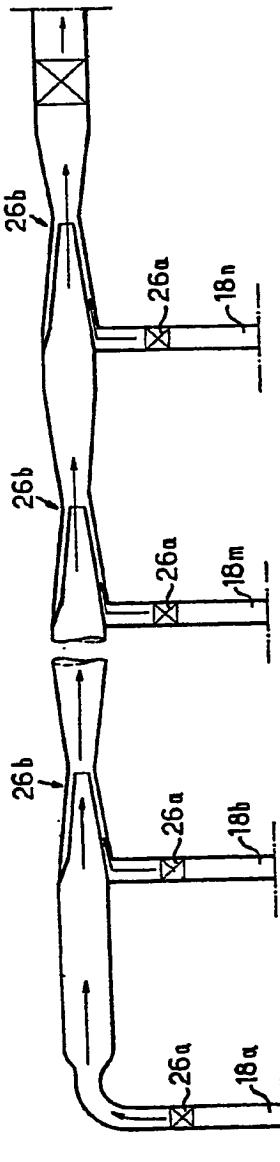


FIG. 10



BEST AVAILABLE COPY

N° 1.452.058

Société à Responsabilité Limitée  
dite : Les Conduites Immergeées

6 planches. - Pl. V

FIG.13

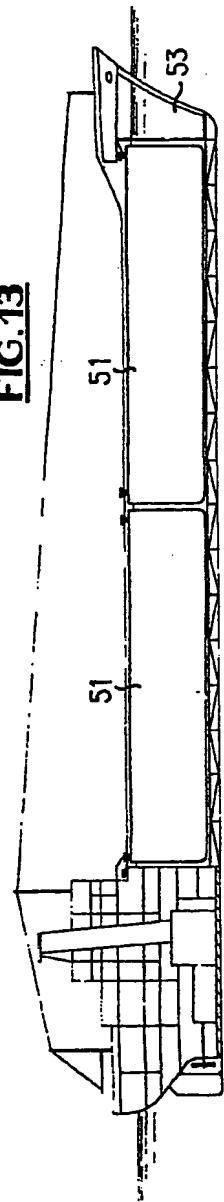


FIG.14

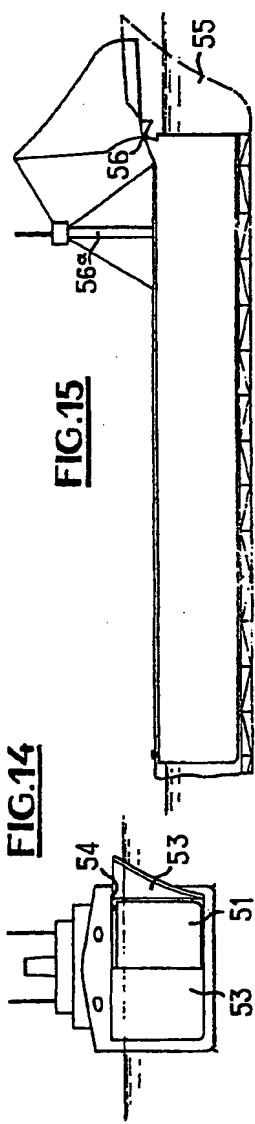


FIG.15

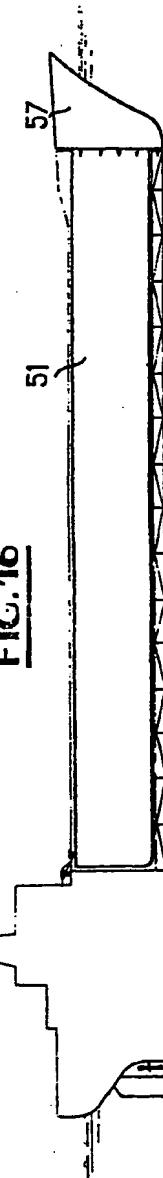


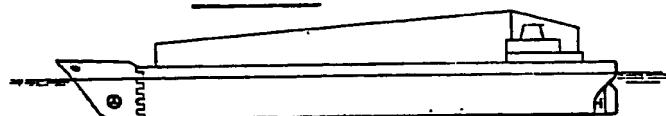
FIG.16

BEST AVAILABLE COPY

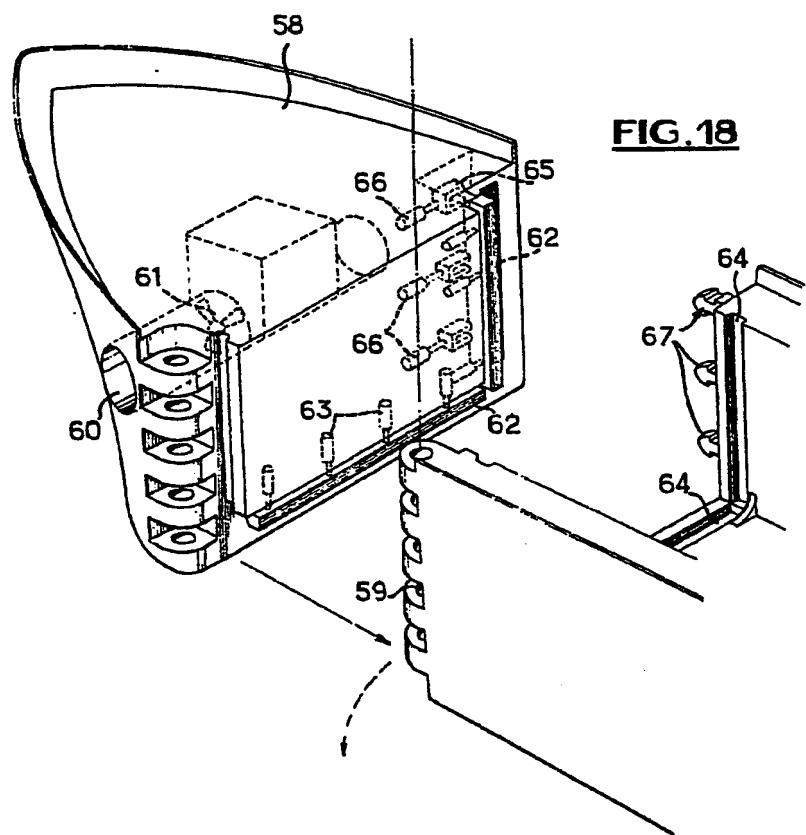
N° 1.452.058

Société à Responsabilité Limitée 6 planches. - PI. VI  
dite : Les Conduites Immérgées

**FIG.17**



**FIG.18**



**BEST AVAILABLE COPY**